

Linear motor storing its characteristic data

Publication number: EP1014539

Publication date: 2000-06-28

Inventor: ROHNER RONALD DR (CH); HITZ MARCO DR (CH);
RITTER LUCA (CH)

Applicant: SULZER ELECTRONICS AG (CH)

Classification:


- international: **B60L15/00; G07C3/00; H02K29/08; H02K41/02;
H02K11/00; B60L15/00; G07C3/00; H02K29/06;
H02K41/02; H02K11/00; (IPC1-7): H02K11/00;
G07C3/00**

- european: B60L15/00B1; G07C3/00; H02K29/08; H02K41/02






Application number: EP19990811075 19991123

Priority number(s): EP19990811075 19991123; EP19980811246 19981221

Also published as:

 EP1014539 (A)

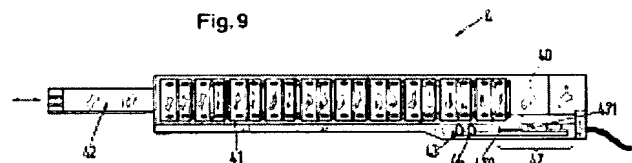
Cited documents:

 EP0874297
 EP0088591
 US5726911
 EP0332607
 DE3410675
more >>

Report a data error he

Abstract of EP1014539

The linear motor has a stator (40) and a rotor (42) displaceable in the longitudinal direction of the stator. A storage unit (470) is provided for storing data characterizing the linear motor. The storage unit is arranged in the stator of the linear motor. External to the storage unit is a device for reading data from the storage unit. The data stored may be the type of the linear motor, the serial number, manufacturing tolerances of components, manufacturer's or dealer's identity etc. The storage unit is typically an EEPROM.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 014 539 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.06.2000 Patentblatt 2000/26

(51) Int Cl.7: H02K 11/00, G07C 3/00

(21) Anmeldenummer: 99811075.3

(22) Anmeldetag: 23.11.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 21.12.1998 EP 98811246

(71) Anmelder: **Sulzer Electronics AG**
8409 Winterthur (CH)

(72) Erfinder:
• Rohner, Ronald Dr.
8964 Rudolfstetten (CH)
• Hitz, Marco Dr.
3186 Düringen (CH)
• Ritter, Luca
6648 Minusio (CH)

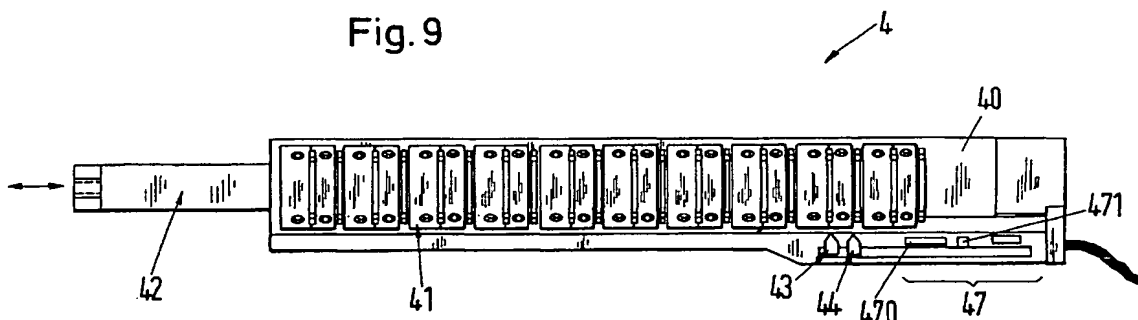
(74) Vertreter: **Sulzer Management AG**
KS/Patente/0007,
Zürcherstrasse 12
8401 Winterthur (CH)

(54) Linearmotor mit Speicherung charakteristischer Daten

(57) Ein Linearmotor (4) mit einem Stator (40) und einem in Richtung der Längsachse des Stators (40) ver-

schiebbaren Läufer (42) umfasst mindestens eine Speichereinheit (470), in welcher für den jeweiligen Linearmotor (4) charakteristische Daten gespeichert sind.

Fig. 9



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Linearmotor gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs.

[0002] Linearmotoren umfassen einen Stator und einen in Richtung der Längsachse des Stators verschiebbaren Läufer. Dabei kann der Läufer grundsätzlich als Innenläufer oder als Aussenläufer ausgebildet sein. Ein bekanntes System von Linearmotoren umfasst eine oder mehrere Elektronikeinheiten und mit diesen verbindbare Linearmotoren. Die Elektronikeinheiten stellen einerseits eine Verbindung zu einer übergeordneten Steuerung dar und sind andererseits für die Steuerung bzw. Regelung der mit ihnen verbundenen Linearmotoren zuständig.

[0003] Um die Steuerung bzw. Regelung des Linearmotors übernehmen zu können, muss die Elektronikeinheit ständig über die aktuelle Position des Läufers eine Information erhalten. Zu diesem Zweck sind bei einem typischen Ausführungsbeispiel eines Linearmotors im Stator beispielsweise zwei Hall-Sensoren zueinander versetzt angeordnet, und zwar derart, dass sie aufgrund ihrer versetzten Anordnung das von den Magneten des Läufers erzeugte Magnetfeld in ein elektrisches Sinus- bzw. Cosinus-Ausgangssignal wandeln. Des weiteren ist bei diesem Ausführungsbeispiel im Stator noch eine Verstärkerschaltung vorgesehen, welche die elektrischen Ausgangssignale der Hall-Sensoren verstärkt, sodass es möglich ist, die vergleichsweise schwachen Ausgangssignale der Hall-Sensoren auch über ein längeres Verbindungskabel zur Elektronikeinheit zu übertragen. Im übrigen sind in diesem Ausführungsbeispiel im Linearmotor lediglich noch passive Komponenten, wie beispielsweise Temperatursensoren und natürlich die Spulen des Linearmotors, angeordnet.

[0004] Es ist unmittelbar einleuchtend, dass die Linearmotoren und die Elektronikeinheiten beliebig untereinander austauschbar sein müssen, also ein Linearmotor gleichen Typs muss mit jeder Elektronikeinheit, die für seinen Betrieb vorgesehen ist, einwandfrei funktionieren können. Dies muss schon deshalb so sein, weil im Falle eines Defekts eines Linearmotors oder einer Elektronikeinheit die jeweils nicht defekte andere Komponente unverändert eingesetzt werden kann.

[0005] Dies bedeutet, dass die Linearmotoren und deren einzelne Komponenten mit möglichst geringen Fertigungstoleranzen - also mit einer hohen Genauigkeit bei der Reproduktion - hergestellt werden müssen. Dann können nämlich die Steuerungs- und Regelungsparameter in der Elektronikeinheit unverändert bleiben und müssen nicht neu festgelegt werden. Fertigungstoleranzen sind indessen bei der Herstellung in der Praxis in einem bestimmten Ausmass immer vorhanden und können nicht vollständig vermieden werden. Dies soll nachfolgend erläutert werden.

[0006] In Fig. 1 ist zunächst der ideale Zustand dargestellt. Man erkennt dort die Ausgangssignale 1 und 2

- die Ausgangsspannungen U - zweier Hall-Sensoren, die so zueinander versetzt angeordnet sind, sowie das von den Magneten des Läufers erzeugte sinus- bzw. cosinusförmige Ausgangssignal, aufgetragen über der Zeit t .

[0007] Hall-Sensoren können eine gewisse Offset-Spannung U_{offset} aufweisen, welche als Gleichspannungsanteil am Ausgang des Hall-Sensors dem von den Magneten des Läufers erzeugten Sinus- bzw. Cosinussignal überlagert ist. Dies ist in Fig. 2 zu erkennen, wo das Signal 2 gegenüber dem Signal 1 (ideales Signal ohne Offset-Spannung) um die Offset-Spannung U_{offset} in Richtung der Ordinate verschoben ist.

[0008] Weiterhin können Hall-Sensoren auch einen Phasenverschiebungs-Offset (ϕ_{offset}) aufweisen, wie dies in Fig. 3 angedeutet ist. Dort ist das Signal 2 gegenüber dem Signal 1 um den Phasenverschiebungs-Offset ϕ_{offset} in Richtung der Abszisse verschoben.

[0009] Weiterhin können Hall-Sensoren auch einen unterschiedlichen Verstärkungsfaktor aufweisen. Bei gleicher Erregung durch die Magneten vom Läufer weist also ein Hall-Sensor ein Ausgangssignal - eine Ausgangsspannung U - auf, welche von der Amplitude her kleiner ist als die Amplitude des Ausgangssignals des anderen Hall-Sensors. In Fig. 4 erkennt man ein solches Beispiel von zwei Hall-Sensoren mit unterschiedlichem Verstärkungsfaktor: Die Amplitude des Signals 1 des einen Hall-Sensors ist grösser als die Amplitude des Signals 2 des anderen Hall-Sensors.

[0010] Eine weitere Ungenauigkeit kann von den Magneten des Läufers herrühren. Man erkennt in Fig. 5, dass die Abstände d_1 und d_2 , die jeweils den räumlichen Abstand von zwei gleichnamigen magnetischen Polen (hier: von zwei Nordpolen) bezeichnen, geringfügig variieren können, die Magnete sind - in Richtung der Bewegung des Läufers betrachtet - unterschiedlich lang. Bei dem in Fig. 5 gezeigten Beispiel ist die maximale Amplitude des Ausgangssignals der Hall-Sensoren bei gleichmässiger Geschwindigkeit des Läufers bereits nach einer Zeit t erreicht, welche einem Phasenwinkel von 350° entspricht, der Abstand d_2 ist also kleiner als der Abstand d_1 . Wären die gleichnamigen magnetischen Pole (hier die Nordpole) stets gleich beabstandet, würde die maximale Amplitude erst wieder bei einer Zeit t auftreten, die einem Phasenwinkel von 360° entspricht.

[0011] Es können aber auch Ungenauigkeiten von der mechanischen Anordnung der Hall-Sensoren herrühren. Die Hall-Sensoren HS1 und HS2 sind (siehe Fig. 6) in einer Halterung 3 in Vertiefung 31 und 32 idealerweise in einem Abstand a voneinander angeordnet, der bei gleichbleibendem Abstand der Magnete des Läufers einem Phasenwinkel von 90° entspricht. Demzufolge wird beim Vorbeilaufen der Magnete des Läufers von dem einen Hall-Sensor HS1 ein sinusförmiges Ausgangssignal erzeugt, während von dem Hall-Sensor HS2 ein cosinusförmiges Ausgangssignal erzeugt wird. Dies entspricht dem idealen Fall (siehe auch Fig. 1).

Entspricht der Abstand a nicht genau einem Phasenwinkel von 90° , so kann es zu einem bereits anhand von Fig. 3 erläuterten Phasenverschiebungsoffset kommen.

[0012] Eine weitere Ursache für einen Phasenverschiebungsoffset kann aber auch daher rühren, dass die eigentlichen Hall-Sensoren HS1 und HS2 innerhalb des Sensorgehäuses nicht genau mittig angeordnet sind. In Fig. 7 ist ein solcher Fall gezeichnet, wobei die Pfeilkreuze jeweils die Richtung und das Mass der Verschiebung anzeigen. Der rechte Sensor HS2 ist also innerhalb der Vertiefung 32 (in Fig. 7 nicht dargestellt, siehe Fig. 6) nach rechts und nach vorne versetzt angeordnet.

[0013] Wie bereits angesprochen können die Hall-Sensoren HS1 und HS2 unterschiedliche Verstärkungsfaktoren aufweisen. Während die Begründung hierfür komponentenimmanent sein kann - d.h. die Hall-Sensoren HS1 und HS2 weisen für sich genommen bei optimaler Anordnung innerhalb der Vertiefungen 31 und 32 einen unterschiedlichen Verstärkungsfaktor auf) - kann der unterschiedliche Verstärkungsfaktor auch durch eine schräge Einbaulage - in Fig. 8 z.B. des Hall-Sensors HS2 innerhalb der Vertiefung 32 - begründet sein.

[0014] Insgesamt lässt sich also feststellen, dass Qualitätsunterschiede - wenn auch oft nur von geringem Ausmass - immer vorhanden sind und daher bei der Auslegung der Regelung und den garantierbaren Leistungsmerkmalen der Linearmotoren Abstriche gemacht werden müssen bzw. Kompromisse eingegangen werden müssen.

[0015] Weiterhin nachteilig ist es bei bekannten Linearmotoren, dass diese regelmässig mit Klebeetiketten beschriftet werden, aus denen hervorgeht, um welchen Typ von Linearmotor bzw. um welche Variante innerhalb eines Typs von Linearmotor es sich handelt. Wird die Beschriftung der Klebeetiketten unleserlich, so können oftmals bestimmte Parameter des Linearmotor entweder nur noch schwer, oder gar nicht mehr ermittelt werden. Grundsätzlich verloren ist in einem solchen Fall die Seriennummer, weil für jeden Motor eine separate Seriennummer vergeben wird. Gerade im Falle eines notwendigen Rückrufs von Linearmotoren wirkt sich dies nachteilig aus, weil unter Umständen die betroffenen Linearmotoren nicht mehr identifiziert werden können.

[0016] Zwar ist es grundsätzlich vorstellbar, in einem solchen Fall die Seriennummer in das Gehäuse einzuprägen (ähnlich der Fahrgestellnummer bei Automobilen), dies ist jedoch von der kommerziellen Seite her (Aufwand) nicht praktikabel.

[0017] Was die jeweilige Variante des Linearmotors innerhalb eines Typs von Linearmotoren betrifft, so weisen die verschiedenen Varianten oftmals von ihrem Äusseren her ein absolut identisches Aussehen auf, haben aber grundsätzlich ein anderes elektrisches "Innenleben". Wenn der Anwender dann die falsche Variante in der Elektroneinheit auswählt, kann dies zu Fehlfunktionen führen. Bisherige Lösungsansätze dieses Pro-

blems gehen dahin, dass versucht wird, aufgrund der von der Elektroneinheit messbaren Signale den Motortyp und die Motorvariante eindeutig zu identifizieren. Dies ist aber aus technischen Gründen nicht immer möglich.

[0018] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Linearmotor vorzuschlagen, der die zahlreichen vorstehend genannten Nachteile nicht aufweist. Dabei soll der fertigungstechnische Aufwand bei der Überwindung dieser Nachteile so gering wie möglich sein.

[0019] Diese Aufgabe wird durch einen Linearmotor gelöst, wie er durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs charakterisiert ist. Besonders vorteilhafte Ausführungsbeispiele ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen.

[0020] Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 den Verlauf der Ausgangssignale zweier Hall-Sensoren im Idealfall

Fig. 2 den Verlauf der Ausgangssignale zweier Hall-Sensoren, wobei einem Ausgangssignal eine Offset-Spannung überlagert ist,

Fig. 3 den Verlauf der Ausgangssignale zweier Hall-Sensoren, wobei ein Ausgangssignal einen Phasenverschiebungs-Offset aufweist,

Fig. 4 den Verlauf der Ausgangssignale zweier Hall-Sensoren, die einen unterschiedlichen Verstärkungsfaktor aufweisen,

Fig. 5 den Verlauf des Ausgangssignale zweier Hall-Sensoren, wobei zwei aufeinanderfolgende gleichnamige Pole des Läufers einen unterschiedlichen Abstand voneinander haben,

Fig. 6 eine Halterung, in deren Vertiefungen die Hall-Sensoren optimal angeordnet sind,

Fig. 7 ein Ausführungsbeispiel, bei welchem einer der Hall-Sensoren versetzt im Sensorgehäuse angeordnet ist,

Fig. 8 eine Halterung, in deren einer Vertiefung einer der Hall-Sensoren in einer schrägen Einbaulage angeordnet ist

und

Fig. 9 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Linearmotors mit einer Speichereinheit, in welcher für den jeweiligen Linearmotor charakteristische Daten gespeichert sind.

[0021] In dem in Fig. 9 gezeigten Ausführungsbeispiel

eines erfindungsgemässen Linearmotors 4 erkennt man den Stator 40, in welchem mehrere Spulen 41 angeordnet sind. Ferner erkennt man einen Läufer 42, der mehrere Magnete umfasst (hier nicht dargestellt). Im Stator 40 sind weiterhin zwei Hall-Sensoren 43 und 44 angeordnet, welche jeweils Auskunft über die aktuelle Position des Linearmotors geben. Diese sind im Idealfall (siehe weiter oben) so angeordnet, dass sie ein um 90° versetztes Ausgangssignal erzeugen, wenn der Läufer 42 in Richtung der Längsachse des Stators 40 bewegt wird.

[0022] Die Spulen 41 im Stator 40 bewirken im Zusammenwirken mit den Magneten des Läufers 42 eine Verschiebung des Läufers 42 bewirken bzw. halten den Läufer 42 in einer gewünschten Position fest.

[0023] Schliesslich erkennt man im Stator 40 noch eine Mikroelektronik 47, welche eine Speichereinheit 470 und einen Prozessor 471 zum Auslesen der Speichereinheit 470 umfasst. Diese Daten können mit Hilfe eines Kabels K zu einer Elektroneinheit (nicht dargestellt) übertragen werden, welche einerseits die Verbindung zu übergeordneten Steuereinheiten darstellen kann und andererseits für die Steuerung bzw. Regelung des jeweils mit ihr verbundenen Linearmotors 4 besorgt ist.

[0024] In dieser Speichereinheit 470 können nun unterschiedliche Daten gespeichert sein, die für den jeweiligen Linearmotor 4 charakteristisch sind. Diese Daten können beim Verbinden des Linearmotors 4 von der Elektroneinheit (nicht dargestellt) mit Hilfe des Prozessors 471 ausgelesen werden.

[0025] Wenn z.B. die charakteristischen Daten Angaben über eine vorhandene Offset-Spannung, und/oder einen vorhandenen Phasenverschiebungs-Offset, und/oder über unterschiedliche Verstärkungsfaktoren der Hall-Sensoren, und/oder Angaben über einen nicht gleichmässigen Abstand benachbarter gleichnamiger Magnetpole des Läufers enthalten, so ist es möglich, die dadurch auftretenden Abweichungen der Ausgangssignale zu berücksichtigen bzw. zu korrigieren. Dazu müssen diese Daten aber der Elektroneinheit bekannt sein, welche diese Daten beispielsweise in einer Initialisierungsphase beim Verbinden des Linearmotors 4 mit der Elektroneinheit mit Hilfe des Prozessors 471 aus der Speichereinheit 470 ausliest. Verfügt die Elektroneinheit einmal über die entsprechenden Daten, kann sie diese Daten auch bei der Steuerung bzw. Regelung des Linearmotors 4 exakt berücksichtigen. Somit können Abweichungen vom Idealfall - was auch immer die Ursache hierfür sein mag (komponentenimmanente Toleranzen, Toleranzen beim Zusammenbau, etc.), die ansonsten zwangsläufig in einer gewissen Ungenauigkeit bei der Steuerung bzw. Regelung des Linearmotors resultieren, berücksichtigt und ggf. korrigiert werden.

[0026] Weiterhin ist es natürlich möglich, die Seriennummer wie auch den Typ des Linearmotors und die spezielle Variante des Linearmotors innerhalb des gleichen Typs als Information in der Speichereinheit 470 abzulegen, sodass diese Daten in der Initialisierungspha-

se ebenfalls aus der Speichereinheit 470 ausgelesen werden können. Auch das Herstellungsdatum kann auf diese Weise gespeichert und abrufbar sein.

[0027] Des weiteren kann der zulässige Temperaturbereich, in welchem der Linearmotor 4 betrieben werden darf, in der Speichereinheit 470 abgelegt und aus dieser abrufbar sein.

[0028] Ferner ist es möglich, auf diese Weise eine Herstellerkennung (sogenanntes "Brandlabeling") in der Speichereinheit 470 abzulegen. Es ist nämlich heutzutage bisweilen so, dass dasselbe Produkt unter verschiedenen Markennamen und/oder über verschiedene Vertriebskanäle verkauft wird. Das Interesse des Anbieters ist es in einigen Fällen, dass Produkte zwar möglichst gleich in der Herstellung sind, jedoch anschliessend so gekennzeichnet werden, dass sie vom Kunden nicht gegeneinander ausgetauscht werden können. Dieses Interesse kann z.B. deshalb gegeben sein, weil ein Anbieter für seinen Linearmotor gleich eine gewisse Servicegarantie mitverkauft, während ein Konkurrent den gleichen Linearmotor etwas günstiger anbietet, dafür aber keinerlei Service bietet. Nun könnte der Kunde zwar den günstigeren Linearmotor erwerben, aber dann von dem anderen Hersteller den Service in Anspruch nehmen, weil die Linearmotoren ja nicht voneinander unterscheidbar wären. Derartige Probleme können einfach behoben werden, wenn in der Speichereinheit 470 eine entsprechende Kennung abgelegt ist und diese bei der Inbetriebnahme bzw. in der Initialisierungsphase mit Hilfe des Prozessors 471 von der Elektroneinheit ausgelesen wird.

[0029] Weiterhin ist es auch möglich, dass die Elektroneinheit während des Betriebs mit Hilfe des Prozessors 471 bestimmte Daten in die Speichereinheit 470 hineinschreibt oder der Prozessor 471 dies während des Betriebs automatisch macht. Zum Beispiel könnte die Betriebsdauer, die Anzahl der erfolgten Bewegungen des Läufers 42 oder eine Information darüber, ob der Kunde den Linearmotor 4 jemals überlastet hat (Aufzeichnung der aktuellen Betriebstemperatur und insbesondere von Übertemperaturen), in die Speichereinheit 470 hineingeschrieben werden. Dies kann nützlich sein im Hinblick auf zu erbringende Garantieleistungen bzw. Serviceleistungen.

[0030] Es ist auch möglich, dass in der Speichereinheit 470 ein Testprogramm abgespeichert ist, welches den Linearmotor 4 von Zeit zu Zeit prüft und gegebenenfalls Fehlermeldungen bzw. Servicemeldungen erzeugt.

[0031] Die Speichereinheit 470 kann beispielsweise als EEPROM-Speicherbaustein (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) ausgeführt sein. Im Linearmotor 4 ist dann keine Batterie notwendig, weil die Funktion des Prozessors 471 zum Auslesen der Speichereinheit 470 ja erst dann notwendig ist, wenn der Linearmotor 4 mit der Elektroneinheit verbunden wird (Inbetriebnahmen, Initialisierungsphase). Die notwendige elektrische Versorgung des Prozessors 471 er-

folgt dann durch die Elektroneinheit. Die in dem EEPROM-Speicherbaustein gespeicherten Daten bleiben auch dann erhalten, wenn der Linearmotor von der Elektroneinheit getrennt ist.

Patentansprüche

1. Linearmotor (4) mit einem Stator (40) und einem in Richtung der Längsachse des Stators (40) verschiebbaren Läufer (42), dadurch gekennzeichnet, dass der Linearmotor (4) mindestens eine Speichereinheit (470) umfasst, in welcher für den jeweiligen Linearmotor (4) charakteristische Daten gespeichert sind. 10 15
2. Linearmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Speichereinheit (470) im Stator (40) des Linearmotors (4) angeordnet ist. 20
3. Linearmotor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Linearmotor ausser der Speichereinheit (470) Mittel zum Auslesen (471) der Daten aus der Speichereinheit (470) umfasst. 25
4. Linearmotor nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die in der Speichereinheit (470) gespeicherten Daten den Typ des Linearmotors (4) umfassen. 30
5. Linearmotor nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die in der Speichereinheit (470) gespeicherten Daten die Seriennummer des Linearmotors (4) umfassen. 35
6. Linearmotor nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die in der Speichereinheit (470) gespeicherten Daten Fertigungstoleranzen von einer oder mehreren Komponenten des Linearmotors (4) umfassen. 40
7. Linearmotor nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die in der Speichereinheit (470) gespeicherten Daten Toleranzen umfassen, die beim Zusammenbau von Komponenten des Linearmotors (4) entstehen. 45
8. Linearmotor nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die in der Speichereinheit (470) gespeicherten Daten den eine Herstellerkennung oder des Händlerkennung umfassen. 50
9. Linearmotor nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Speichereinheit (470) ein auf den jeweiligen Linearmotor (4) bezogenes Testprogramm abgespeichert ist, welches den jeweiligen Linearmotor (4) 55

prüft und ggf. eine entsprechende Fehlermeldung erzeugt.

10. Linearmotor nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Schreibmittel (471) vorgesehen sind, welche während des Betriebs des Linearmotors (4) Betriebsdaten, z.B. die jeweils aktuelle Betriebstemperatur, in die Speichereinheit (470) hineinschreiben.

Fig.1

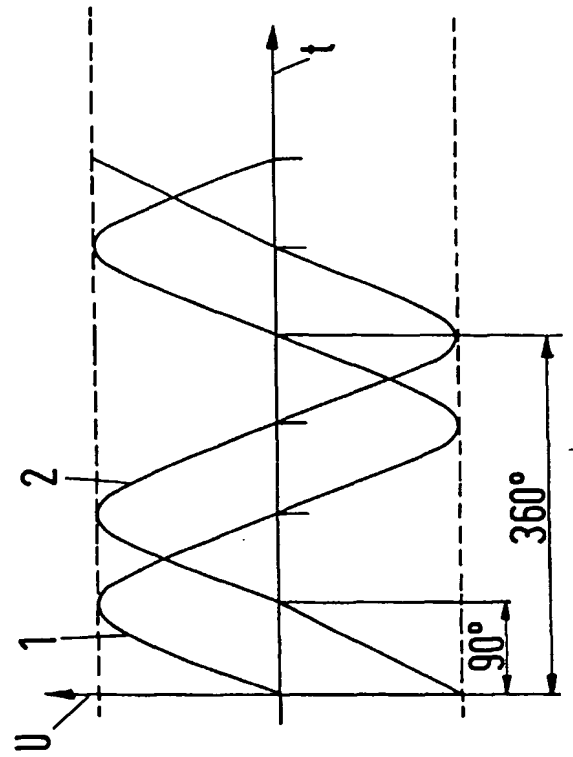


Fig.2

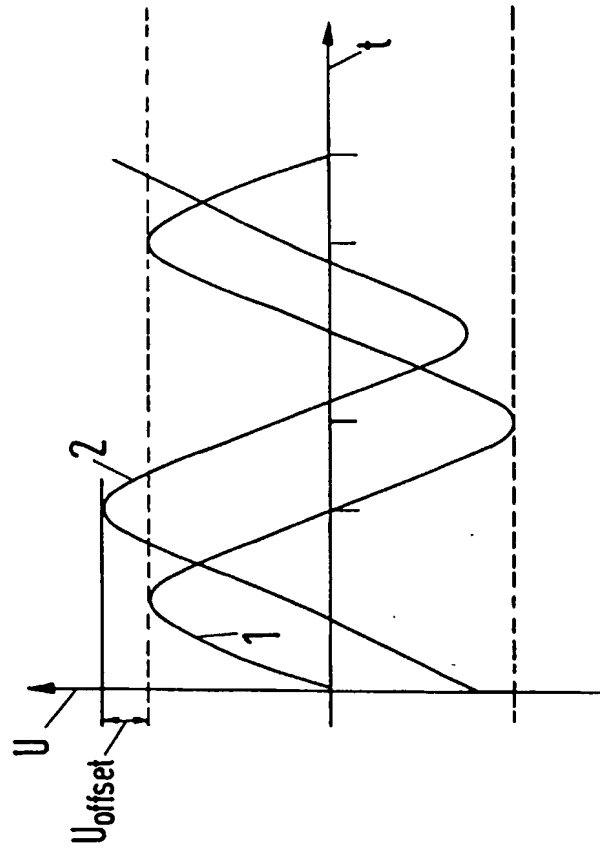


Fig.3

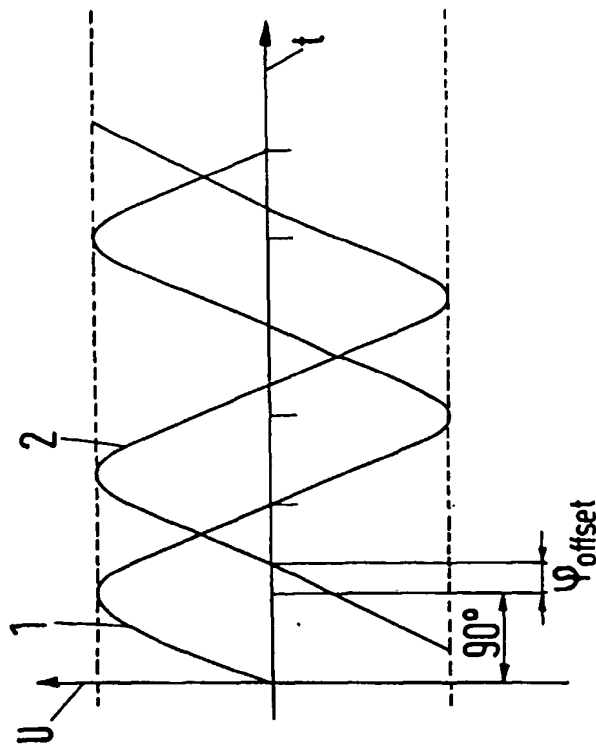


Fig.4

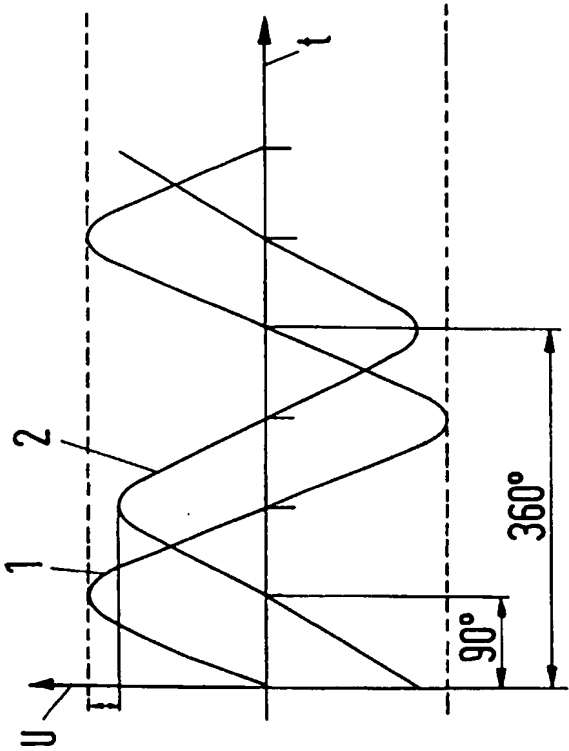


Fig.5

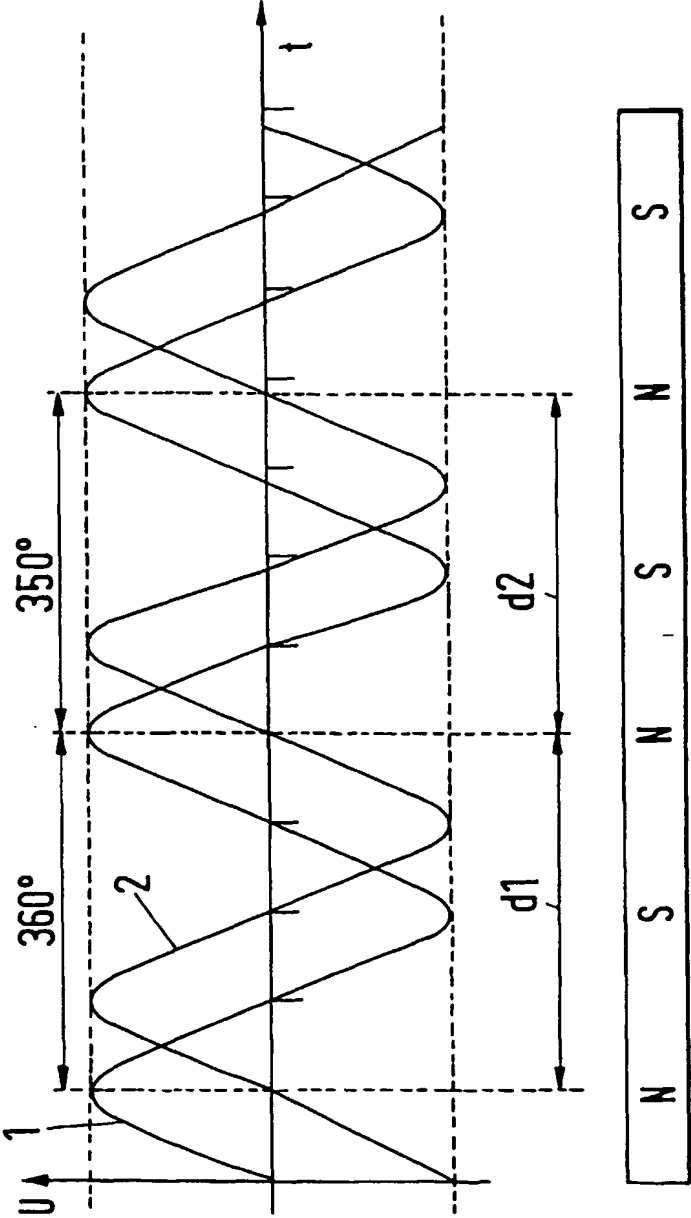


Fig.6

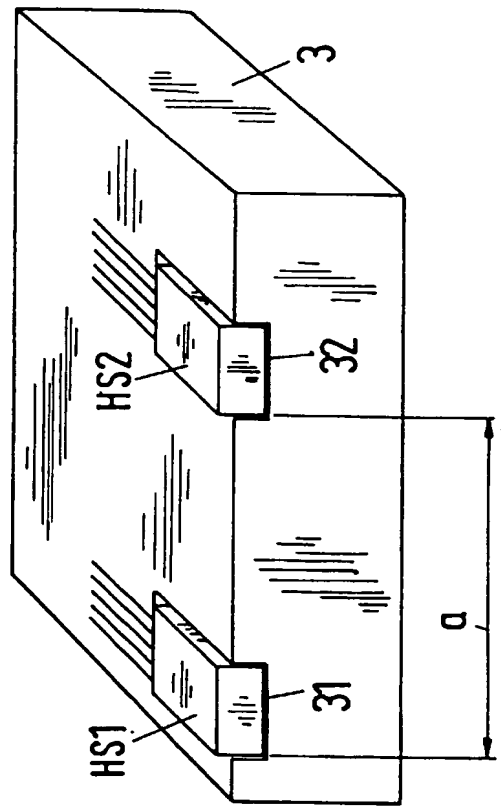


Fig. 7

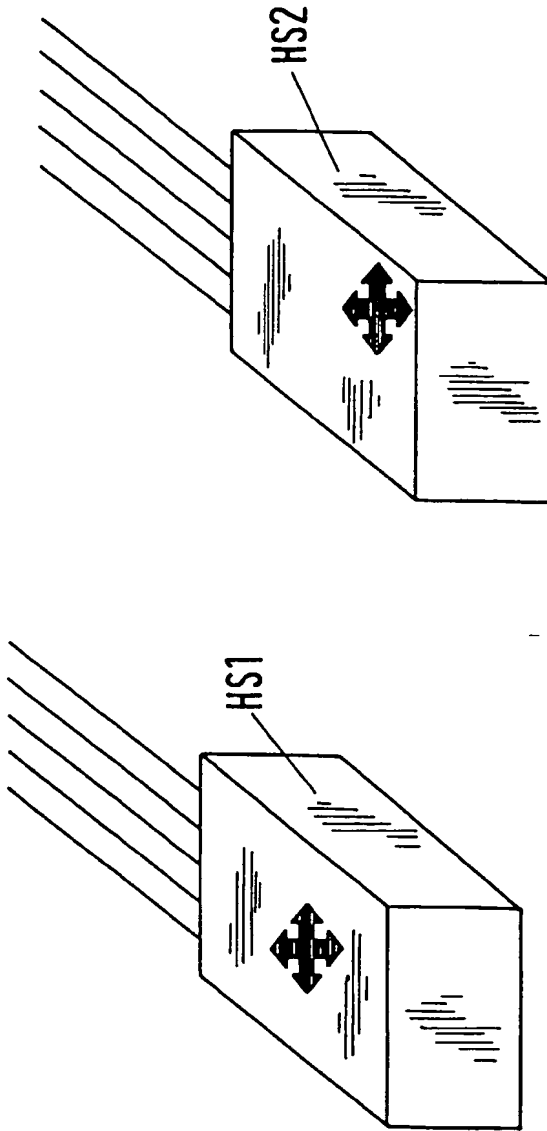


Fig.8

